

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Februar 2004 (05.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/012205 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G21C 19/307**,
17/022

[DE/CH]; Neuackerstrasse 19C, CH-5408 Ennetbaden
(CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2003/000442

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ALSTOM (SWITZER-
LAND) LTD**; CHSP Intellectual Property, Brown Boveri
Str. 7/699/5, CH-5401 Baden (CH).

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Juli 2003 (07.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
1316/02 26. Juli 2002 (26.07.2002) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ALSTOM (SWITZERLAND) LTD** [CH/CH];
Brown Boveri Strasse 7, CH-5401 Baden (CH).

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

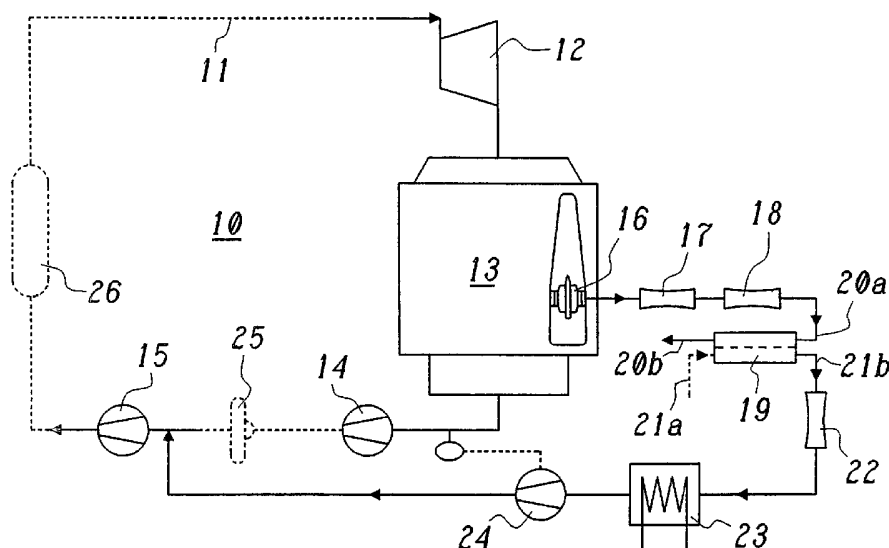
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WOLF, Hartwig**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A NUCLEAR POWER STATION AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID
METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES KERNKRAFTWERKES SOWIE VORRICHTUNG ZUR DURCH-
FÜHRUNG DES VERFAHRENS



(57) Abstract: A method for operating a nuclear power station (10), wherein water is vaporised in a reactor (26) in a water steam cycle (11), the vapour thus produced is expanded in one or several steam turbines (12), the expanded vapour is condensed in a subsequent condenser (13), the condensate is pumped into a feed-water container (25) by means of a condensate pump (14) and feed-water is pumped out of the feed-water container (25) back into the reactor (26) by means of a feed-water pump in order to produce water vapour, hydrogen being added to the feed-water in order to reduce tension-cracking corrosion. The inventive method increases the degree of safety and reduces construction expenses by virtue of the fact that at least one part of the hydrogen added to the feed-water is obtained from non-condensable gases in the reactor (26).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/012205 A1



TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Betrieb eines Kernkraftwerkes (10) wird in einem Wasser-Dampf-Kreislauf (11) Wasser in einem Reaktor (26) verdampft, der erzeugte Dampf in einer oder mehreren Dampfturbinen (12) entspannt, der entspannte Dampf in einem nachfolgenden Kondensator (13) kondensiert, das Kondensat mittels einer Kondensatpumpe (14) in einen Speisewasserbehälter (25) gepumpt und Speisewasser aus dem Speisewasserbehälter (25) mittels einer Speisewasserpumpe (15) zur Dampferzeugung zurück in den Reaktor (26) gepumpt, wobei dem Speisewasser zur Verringerung der Spannungsrisskorrosion Wasserstoff zugesetzt wird. Bei einem solchen Verfahren werden die Sicherheit erhöht und die Anlagenkosten reduziert, dadurch, dass zumindest ein Teil des dem Speisewasser zugesetzten Wasserstoffs aus in dem Reaktor (26) erzeugten nichtkondensierbaren Gasen gewonnen wird.

5

10

BESCHREIBUNG

15

VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES KERNKRAFTWERKES SOWIE VORRICHTUNG
ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

20

TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Technik von Kernkraft-
werken. Sie betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Kernkraftwerkes gemäss dem
25 Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfah-
rens.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist z.B. aus dem Artikel von W. Blaser
et al., Wasserstoffeinspeiseversuche in Kernkraftwerken, Teil 1: Kernkraftwerk
30 Leibstadt, VGB KraftwerksTechnik, 1/98, S.82-86 (1998), bekannt.

STAND DER TECHNIK

Siedewasserreaktoren werden mit hochreinem Wasser als Moderator und Kühlmittel betrieben. Als Resultat der Wasserradiolyse im Strahlenfeld des Reaktorkerns enthält der dort erzeugte Dampf Zersetzungsprodukte, vorwiegend Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff. Der Entspannung des Dampfes in der Turbogruppe folgt die Kondensation, wobei in den Kraftwerkskondensatoren neben der Phasenumwandlung des Dampfes eine Absaugung der nichtkondensierbaren Gase stattfindet. Die am Kondensator abgesaugten Radiolysegase werden in der Regel mittels eines H_2 -Rekombinators zu Wasser katalytisch nachverbrannt.

In den vergangenen Jahren wurden mehrfach Untersuchungen durchgeführt, bei denen in das Speisewasser eines Siedewasserreaktors kontinuierlich Wasserstoff zudosiert wurde (siehe dazu den eingangs genannten Artikel von W. Blaser et al.). Damit lässt sich im Bereich des Reaktors eine Absenkung des elektrochemischen Potentials und dadurch ein wirksamer Schutz des Reaktors gegen interkristalline Spannungsrisskorrosion aufbauen. Ebenfalls wird die Zersetzungsrate von Wasser zu Radiolysegasen deutlich reduziert, was wiederum den Anteil der Inertgase im Frischdampf reduziert und zu einer Steigerung der Kondensatorleistung führt.

Nachteilig ist bei dieser Art der Wasserstoffzugabe, dass einerseits der in den Radiolysegasen vorhandene Wasserstoff aufwendig entsorgt werden muss, während andererseits neuer Wasserstoff für die Zugabe zum Speisewasser bereitgestellt werden muss.

Es ist bereits in der US-A-3,975,170 vorgeschlagen worden, den Wasserstoffgehalt im normalen Kühlkreislauf eines Druckwasserreaktors mittels einer Diffusionszelle (62 in Fig. 2) zu regeln, die durch eine wasserstoffdurchlässige Membran in zwei Kammern unterteilt ist. Der dafür benötigte Wasserstoff wird in einer ebenfalls mit einer Membran versehenen Wasserstofftrennzelle (40 in Fig. 2) einem vom Kühlwasserstrom abgezweigten Teilstrom entnommen. Demselben Teilstrom

wird ein geregelter Anteil an Wasserstoff in der Diffusionszelle wieder zugesetzt, bevor der Teilstrom mit dem Kühlwasserstrom wieder vereinigt wird.

- 5 Eine Lösung für den Siedewasserreaktor mit seinem Wasser-Dampf-Kreislauf ist daraus nicht zu entnehmen.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

- 10 Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betrieb eines Siedewasserreaktors anzugeben, welches sich durch eine erhöhte Sicherheit auszeichnet und zu Kosteneinsparungen führt, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

- 15 Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 9 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, zumindest ein Teil des dem Speisewasser zugesetzten Wasserstoffs aus in dem Reaktor erzeugten nichtkondensierbaren Gasen zu gewinnen und damit in den Wasser-Dampf-Kreislauf zurückzuführen.

20

Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die nichtkondensierbaren Gase am Kondensator abgesaugt werden, dass aus den abgesaugten nichtkondensierbaren Gasen Wasserstoff absepariert wird, dass der abseparierte Wasserstoff verdichtet und der verdichtete

25 Wasserstoff nach der Kondensatpumpe in den Wasser-Dampf-Kreislauf injiziert wird. Besonders effektiv ist die Absaugung, wenn die nichtkondensierbaren Gase im Kondensator vor dem Absaugen aufkonzentriert werden.

30

Aus dem Gasgemisch aus nichtkondensierbaren Gasen lässt sich der Wasserstoff besonders einfach separieren, wenn gemäss einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung die nichtkondensierbaren Gase durch ein mit selektiv wasserstoffdurchlässigen Membranen bestücktes Separationsmodul geleitet werden, und der

Wasserstoff aus dem Permeat des Separationsmoduls gewonnen wird. Vorzugsweise werden die nichtkondensierbaren Gase vor dem Eintritt in das Separationsmodul verdichtet.

- 5 Die Wasserstoffseparation wird dabei dadurch verbessert, dass das vorwiegend aus Wasserstoff und Wasserdampf bestehende Permeat aus dem Separationsmodul abgesaugt und auf einen höheren Druck gebracht, dass nach der Druckerhöhung aus dem Permeat Wasserdampf abgeschieden, und dass der übrigbleibende Wasserstoff dann der Verdichtung zugeführt wird.

10

Eine bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemässen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Abseparierungsmittel ein mit selektiv wasserstoffdurchlässigen Membranen bestücktes Separationsmodul umfassen, dass zwischen dem ersten Eingang des Separationsmoduls und dem Kondensator erste Saugeinrichtungen, insbesondere in Form von Dampfstrahlsaugern, angeordnet sind, dass
15 zwischen dem ersten Ausgang des Separationsmoduls und dem Wasser-Dampf-Kreislauf eine zweite Saugeinrichtung, insbesondere in Form eines Dampfstrahlsaugers, angeordnet ist, dass zwischen der zweiten Saugeinrichtung und dem Wasser-Dampf-Kreislauf ein Verdichter angeordnet ist, dass zwischen der zweiten
20 Saugeinrichtung und dem Verdichter ein Zwischenkondensator angeordnet ist, und dass im Kondensator Mittel zur Aufkonzentration der nichtkondensierbaren Gase, insbesondere in Form von Luftkühlern, vorgesehen sind.

25

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUR

30

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Die einzige Figur zeigt ein stark vereinfachtes Blockschaltbild eines Kernkraftwerkes gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

5 In der Figur ist ein stark vereinfachtes Blockschaltbild eines Kernkraftwerkes gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wiedergegeben. Das Kernkraftwerk 10 hat einen Wasser-Dampf-Kreislauf 11, von dem nur ausgewählte Teile, die zur Erläuterung der Erfindung wesentlich sind, in der Figur dargestellt und mit Bezugszeichen versehen sind. Im Wasser-Dampf-Kreislauf 11 befindet sich ein Reaktor 26, der als Siedewasserreaktor ausgebildet ist. In dem Reaktor 26 wird Wasser durch die in den Brennstäben ablaufende Kernprozesse erhitzt und fortlaufend in Dampf umgewandelt, der dann an eine Turbogruppe abgegeben wird, von der nur die Niederdruckturbine 12 gezeigt ist. In der Niederdruckturbine 12 – wie auch in den vorgeschalteten Hoch- und Mitteldruckturbinen – wird der Dampf unter Arbeitsleistung entspannt und gelangt dann in einen Kondensator 13, wo er durch Abkühlung kondensiert. Das im Kondensator 13 anfallende Kondensat wird mit einer Kondensatpumpe 14 in einen Speisewasserbehälter 25 gepumpt und von dort mittels einer Speisewasserpumpe 15 wieder dem Reaktor 26 zugeführt. Damit ergibt sich ein geschlossener Wasser-Dampf-Kreislauf. Weitere Elemente des Kreislaufs wie Vorwärmer, Zwischenerhitzer etc. sind der Einfachheit halber nicht gezeigt.

Wie bereits eingangs erwähnt, enthält aufgrund der Wasserradiolyse im Strahlenfeld des Reaktorkerns der im Reaktor 26 erzeugte Dampf Zersetzungsprodukte in Form von nichtkondensierbaren Gasen, vorwiegend Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff. In dem Kondensator 13 eines Siedewasser-Kraftwerkes werden nun die nichtkondensierbaren Gase über Luftkühler 16, die in die Kondensatorrohrbündel integriert sind, aufkonzentriert und durch einen ersten Dampfstrahlsauger 17 abgesaugt. Das Gasgemisch wird danach verdichtet, z.B. mittels eines zweiten Dampfstrahlsaugers 18. Während üblicherweise im Stand der Technik nun eine katalytische Nachverbrennung der Radiolysegase in einem Rekombinator erfolgt, bevor die Abgase über eine Aufbereitungsstrecke an die Umgebung freigesetzt

werden, sieht die Erfindung vor, die abgesaugten Gase nach der Verdichtung, d.h., nach Verlassen des zweiten Dampfstrahlsaugers 18, in den ersten Eingang 20a eines Separationsmoduls 19 zu leiten. Das Separationsmodul 19 kann z.B. spezielle Membranen zur Gaspermeation enthalten, die eine hohe Selektivität bezüglich des Gases Wasserstoff aufweisen. Membranen mit den gewünschten Eigenschaften sind derzeit sowohl im technischen Einsatz (siehe dazu den Artikel von S. Hirata et al., Experimental and analytical study on membrane detritiation process, Fusion Technology, Vol. 28, S. 1521-1526 (October 1995), als auch in Entwicklung im Hinblick auf eine Steigerung der Selektivität und Langzeitstabilität.

Das am ersten Ausgang 20b abgegebene (von der Membran zurückgehaltene) Retentat aus dem Separationsmodul 19 setzt sich zusammen aus Stickstoff, Sauerstoff, Wasserdampf und einer geringen Menge Wasserstoff, das am zweiten Ausgang 21b abgegebene (von der Membran durchgelassene) Permeat enthält vorwiegend Wasserstoff und Wasserdampf. Über einen zweiten Eingang 21a kann bei Bedarf auf der Permeatseite der Membran Spüldampf in das Separationsmodul 19 eingeleitet werden. Das Permeat wird mittels eines weiteren Dampfstrahlsaugers 22 auf einen höheren Druck gefördert. Mit Hilfe eines Zwischenkondensators 23 wird Wasserdampf abgeschieden. Ein nachgeschalteter Verdichter 24 komprimiert den Wasserstoff und erlaubt die Reinjektion/-zirkulation des rückgewonnenen Wasserstoffs in den Wasser-Dampf-Kreislauf 11 nach der Kondensatpumpe 14.

Folgende Vorteile resultieren aus der erfindungsgemässen Rückgewinnung und Rezirkulation von Wasserstoff in den Wasser-Dampf-Kreisprozess von Kernkraftwerken:

a) Infolge der kontinuierlichen Zudosierung/Rezirkulation von Wasserstoff:

- Reduzierung der Gefahr der Interkristallinen Spannungsrisskorrosion,
- Minderung der Zersetzungsrate und damit der Menge an produzierten Radiolysegasen.

Sekundäreffekte: besseres Leistungsverhalten des Kondensators 13, potentielle Verkleinerung des Kondensatorentlüftungssystems.

b) Infolge der Rückgewinnungsanlage:

- Kosteneinsparung im Hinblick auf den Zukauf von Wasserstoff bzw. auf eine erforderliche Wasserzerlegungsanlage,
- Wegfall einer Sauerstoffzudosierung vor dem Rekombinator, um ein stöchiometrisches Verbrennungsgemisch zu erhalten,
- deutliche Reduzierung der Grösse oder möglicherweise Wegfall des Rekombinators,
- möglicherweise die Gewährleistung einer Prozessführung in der Art, dass die vorliegenden Gasgemische stets Wasserstoffkonzentrationen ausserhalb der Explosionsgrenzen aufweisen (Eliminierung der Gefahr von Verpuffungen),
- Rezirkulation des Wasserstoffs im Strahlungsbereich und somit Minderung der Emissionen an die Umgebung.

15 BEZUGSZEICHENLISTE

10	Kernkraftwerk
11	Wasser-Dampf-Kreislauf
12	Niederdruckturbine
13	Kondensator
20 14	Kondensatpumpe
15	Speisewasserpumpe
16	Luftkühler
17,18,22	Dampfstrahlsauger
19	Separationsmodul
25 20a,21a	Eingang (Separationsmodul)
20b,21b	Ausgang (Separationsmodul)
23	Zwischenkondensator
24	Verdichter
25	Speisewasserbehälter
30 26	Reaktor

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betrieb eines Kernkraftwerkes (10), in welchem in einem
5 Wasser-Dampf-Kreislauf (11) Wasser in einem Reaktor (26) verdampft, der erzeugte Dampf in einer oder mehreren Dampfturbinen (12) entspannt, der entspannte Dampf in einem nachfolgenden Kondensator (13) kondensiert, das Kondensat mittels einer Kondensatpumpe (14) in einen Speisewasserbehälter (25) gepumpt und Speisewasser aus dem Speisewasserbehälter (25) mittels einer
10 Speisewasserpumpe (15) zur Dampferzeugung zurück in den Reaktor (26) gepumpt wird, wobei dem Speisewasser zur Verringerung der Spannungsrisskorrosion Wasserstoff zugesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil des dem Speisewasser zugesetzten Wasserstoffs aus in dem Reaktor (26) erzeugten nichtkondensierbaren Gasen gewonnen wird.

15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die nichtkondensierbaren Gase am Kondensator (13) abgesaugt werden, dass aus den abgesaugten nichtkondensierbaren Gasen Wasserstoff absepariert wird, dass der abseparierte Wasserstoff verdichtet und der verdichtete Wasserstoff nach der Kondensatpumpe (14) in den Wasser-Dampf-Kreislauf (11) injiziert wird.

20
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die nichtkondensierbaren Gase im Kondensator (13) vor dem Absaugen aufkonzentriert werden.

25
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die nichtkondensierbaren Gase durch ein mit selektiv wasserstoffdurchlässigen Membranen bestücktes Separationsmodul (19) geleitet werden, und dass der Wasserstoff aus dem Permeat des Separationsmoduls (19) gewonnen wird.

30

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die nichtkondensierbaren Gase vor dem Eintritt in das Separationsmodul (19) verdichtet werden.

5 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das vorwiegend aus Wasserstoff und Wasserdampf bestehende Permeat aus dem Separationsmodul (19) abgesaugt und auf einen höheren Druck gebracht, dass nach der Druckerhöhung aus dem Permeat Wasserdampf abgeschieden, und dass der übrigbleibende Wasserstoff dann der Verdichtung zugeführt wird.

10 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Absaugen des Permeats unter Zusatz von Spüldampf erfolgt.

15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem Separationsmodul (19) herauskommende Retentat aufbereitet wird.

20 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit dem Wasser-Dampf-Kreislauf (11), in welchem hintereinander der Reaktor (26), wenigstens eine Dampfturbine (12), der Kondensator (13), die Kondensatpumpe (14), der Speisewasserbehälter (25) und die Speisewasserpumpe (15) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (19) zur Abseparierung von Wasserstoff aus im Wasser-Dampf-Kreislauf (11) vorhandenen, nichtkondensierbaren Gasen vorgesehen sind, dass die Abseparierungsmittel (19) einen ersten Eingang (20a) für das zu separierende Gasgemisch aufweisen, welcher erste Eingang (20a) mit dem Kondensator (13) in Verbindung steht, und dass die Abseparierungsmittel (19) einen ersten Ausgang (21b) für den abseparierten Wasserstoff aufweisen, welcher erste Ausgang (21b) mit dem Wasser-Dampf-Kreislauf (11) hinter der Kondensatpumpe (14) in Verbindung steht.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abseparierungsmittel ein mit selektiv wasserstoffdurchlässigen Membranen bestücktes Separationsmodul (19) umfassen.

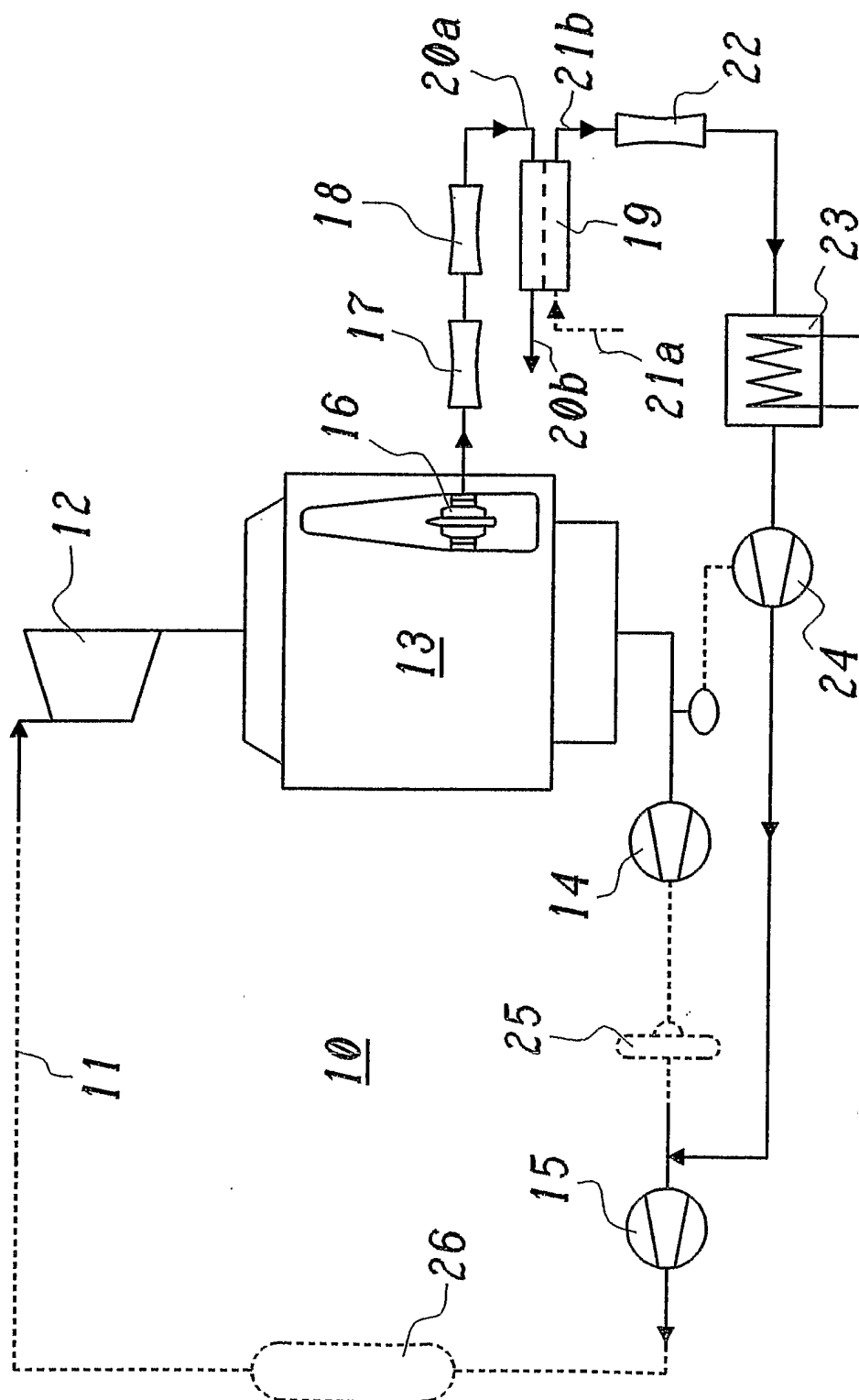
5 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Eingang (20a) des Separationsmoduls (19) und dem Kondensator (13) erste Saugeinrichtungen, insbesondere in Form von Dampfstrahlsaugern (17, 18), angeordnet sind.

10 12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Ausgang (21b) des Separationsmoduls (19) und dem Wasser-Dampf-Kreislauf (11) eine zweite Saugeinrichtung, insbesondere in Form eines Dampfstrahlsaugers (22), angeordnet ist.

15 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zweiten Saugeinrichtung (22) und dem Wasser-Dampf-Kreislauf (11) ein Verdichter (24) angeordnet ist.

20 14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zweiten Saugeinrichtung (22) und dem Verdichter (24) ein Zwischenkondensator (23) angeordnet ist.

25 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Kondensator (13) Mittel zur Aufkonzentration der nichtkondensierbaren Gase, insbesondere in Form von Luftkühlern (16), vorgesehen sind.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat ation No
PCT/CH 03/00442

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G21C19/307 G21C17/022

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 001, no. 062 (M-022), 17 June 1977 (1977-06-17) & JP 52 011397 A (TOSHIBA CORP; OTHERS: 01), 28 January 1977 (1977-01-28) abstract; figures 1,2 & DATABASE WPI Week 197710 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 17436Y abstract --- -/--	1,2,4,5, 9-12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 October 2003

Date of mailing of the international search report

21/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jand1, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat

ation No

PCT/CH 03/00442

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 62 150198 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO;NIPPON ATOMIC IND GROUP CO) 4 July 1987 (1987-07-04) figure 1 & DATABASE WPI Week 198732 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 225150 abstract ---	1,2,4,5, 9-13
X	ES 2 021 902 A (ASEA ATOM AB) 16 November 1991 (1991-11-16) column 2, line 35 -column 3, line 36; figures 1,2A ---	1,2,4,9, 102
X	DE 198 10 963 C (SIEMENS AG) 4 November 1999 (1999-11-04) column 3; figure 1 ---	9
A		1,2,4
A	US 3 975 170 A (KEATING JR STEPHEN JOSEPH) 17 August 1976 (1976-08-17) cited in the application column 6, line 25 -column 7, line 68; figure 2 -----	1-4,9-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internal

Application No

PCT/CH 03/00442

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 52011397	A	28-01-1977	NONE	
JP 62150198	A	04-07-1987	NONE	
ES 2021902	A	16-11-1991	SE 461818 B	26-03-1990
			ES 2021902 A6	16-11-1991
			JP 2116795 A	01-05-1990
			SE 8803375 A	24-03-1990
DE 19810963	C	04-11-1999	DE 19810963 C1	04-11-1999
			WO 9948106 A1	23-09-1999
			DE 59901938 D1	08-08-2002
			EP 1070324 A1	24-01-2001
			ES 2179642 T3	16-01-2003
			JP 3388579 B2	24-03-2003
			JP 2002507731 T	12-03-2002
			TW 449752 B	11-08-2001
US 3975170	A	17-08-1976	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Patentzeichen
PCT/CH 03/00442

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G21C19/307 G21C17/022

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 001, no. 062 (M-022), 17. Juni 1977 (1977-06-17) & JP 52 011397 A (TOSHIBA CORP; OTHERS: 01), 28. Januar 1977 (1977-01-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 & DATABASE WPI Week 197710 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 17436Y Zusammenfassung --- -/--	1,2,4,5, 9-12

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Oktober 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/10/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jandl, F

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 62 150198 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO;NIPPON ATOMIC IND GROUP CO) 4. Juli 1987 (1987-07-04) Abbildung 1 & DATABASE WPI Week 198732 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 225150 Zusammenfassung ----	1,2,4,5, 9-13
X	ES 2 021 902 A (ASEA ATOM AB) 16. November 1991 (1991-11-16) Spalte 2, Zeile 35 -Spalte 3, Zeile 36; Abbildungen 1,2A ----	1,2,4,9, 102
X	DE 198 10 963 C (SIEMENS AG) 4. November 1999 (1999-11-04) Spalte 3; Abbildung 1 ----	9
A	US 3 975 170 A (KEATING JR STEPHEN JOSEPH) 17. August 1976 (1976-08-17) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 25 -Spalte 7, Zeile 68; Abbildung 2 -----	1,2,4
A		1-4,9-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales

Zeichen

PCT/CH 03/00442

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 52011397	A	28-01-1977	KEINE		
JP 62150198	A	04-07-1987	KEINE		
ES 2021902	A	16-11-1991	SE	461818 B	26-03-1990
			ES	2021902 A6	16-11-1991
			JP	2116795 A	01-05-1990
			SE	8803375 A	24-03-1990
DE 19810963	C	04-11-1999	DE	19810963 C1	04-11-1999
			WO	9948106 A1	23-09-1999
			DE	59901938 D1	08-08-2002
			EP	1070324 A1	24-01-2001
			ES	2179642 T3	16-01-2003
			JP	3388579 B2	24-03-2003
			JP	2002507731 T	12-03-2002
			TW	449752 B	11-08-2001
US 3975170	A	17-08-1976	KEINE		